

11. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». – 2001.
12. Золотова Е.Ф., Асс Г.Ю. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода. М.: Стройиздат, 1975. 176 с.
13. Фрог Б. Н., Левченко А.П. Водоподготовка: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МГУ, 1996. 680 с.
14. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». – 15.06.2003.

УДК 721.013

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗДАНИЙ ИЗ ОБЪЕМНЫХ МОДУЛЬНЫХ БЛОКОВ

Кельдибеков Асхат Канатулы

askhat.keldibekov@mail.ru

Магистрант специальности «Строительство»

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Д.В.Цыгулёв

Основной конструктивный элемент здания из объемных модульных блоков – цельноформованные железобетонные объемные 5-плоскостные блоки типа "лежащий стакан", состоящий из трех стен, пола и потолка, объединенные в единую пространственную систему, воспринимающую сейсмические и ветровые воздействия. Блок комплектуется на заводе наружными стеновыми панелями, вентблоками, лестничными маршами, площадками.

В качестве основного инструмента, представляющего технологии информационного моделирования, было выбрано программное обеспечение Autodesk Revit, содержащее достаточный набор функционала для осуществления комплексного моделирования и анализа строительных конструкций. Внедрение BIM-технологий происходило поэтапно, с каждой стадией постепенно увеличивалась сложность внутренней геометрии объемных модульных конструкций. Первым шагом разработки проекта здания из модульных блоков, являлось создание базового Revit-семейства объемного модульного блока, выполненного категорией «Каркас несущий», исходя из формообразующих характеристик, семейство было отнесено в отдельную подкатегорию «Блоки ОБД», с заданием необходимых значений параметров. В таблице 1 приведены основные характеристики и их значения, которые содержит основное Revit-семейство модульной единицы.

Изначально, в пилотной серии объемных модульных блоков, предназначенных для составления из них индивидуального жилого дома, не было предусмотрены варианты кессонирования объемного модульного блока, а также не стояло задачи расположить инженерные коммуникации внутри блока (рис. 1). Первичные блоки оснащались подъемными петлями и закладными деталями, которые были предназначены для того чтобы при их помощи стыковать железобетонные элементы в проектное положение между собой. Далее с целью облегчения конструкции были выполнены варианты ОБ с частичным кессонированием, которое располагалось в нижней плите модульной единицы (рис. 2).

Как было описано выше объемные модули первой генерации имели простую форму и не полностью отвечали концепции готового чистового модульного блока, так как отделочные, фасадные работы и прокладка инженерных коммуникаций выполнялась бы на строительной площадке. Вследствие чего были внесены следующие изменения: предусмотрены специальные ниши в нижней плите блока, с помощью которых

осуществлялась разводка отопительной системы индивидуального жилого дома; расположение специальных ниш в боковых стенках модуля для сетей ЭОМ (рис. 3, 4).

Таблица 1. Перечень основных характеристик Revit-семейства блока

№	Наименование параметра	Значение	Формула	Примечание
1	2	3	4	5
1	Материал несущих конструкций	(керамзитобетон) C12/15 (C16/20)	-	Материал конструкции
2	Размер высота	Определяется формулой	Координационно й высоты, длины, ширины и толщины задней	Геометрия блока
3	Размер длина			
4	Размер толщина стенки			
5	Размер ширина			
6	Масса		Определяется спецификацией	Масса объемного блока
7	Завод изготовитель	Определяется формулой	Наименование завода-изготовителя	Ссылка на завод-изготовитель
8	Обозначение документа		-	Ссылка на комплект рабочих чертежей изделия
9	Группа в спецификации		1	Если значение равно 1, то элемент в спецификации относится к группе «Сборочные единицы», если 0, то к группе «Детали».
10	Марка изделия		Марка блока	Сортировка в спецификациях, передача параметра во вложенные семейства
11	Марка конструкции			
12	Группа модели		«Блок объемный»	Для корректной фильтрации и отображения в модели здания

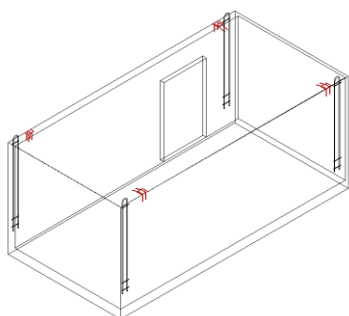


Рис. 1 Revit-семейство объемного модульного блока первой генерации

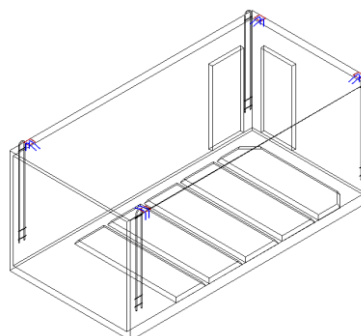
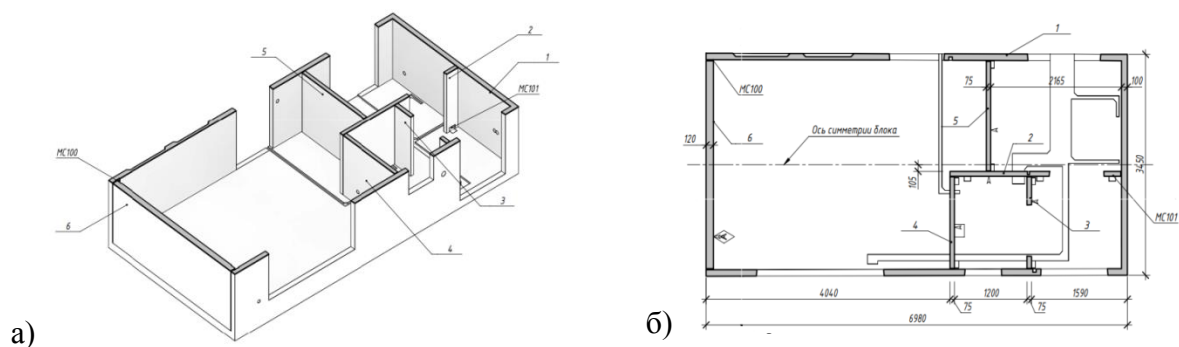


Рис. 2 Revit-семейство объемного модульного блока с кессонированием нижней плиты



а) Изометрическая демонстрация сборки блока; б) Сборочный план объемного блока;
 1 – объемный блок ОВ70-005-1-СБ;
 2, 3, 4, 5 – панели стеновые внутренние, выполненные из бетона класса С12/15;
 6 – наружная стеновая панель из керамзитобетона класса С12/15;
 MC100, MC101 – металлические уголки, при помощи которых осуществляется крепление стеновых панелей к объемному блоку через предварительно расставленные закладные детали.

Рис. 3 Блок для индивидуального жилья в сборном виде

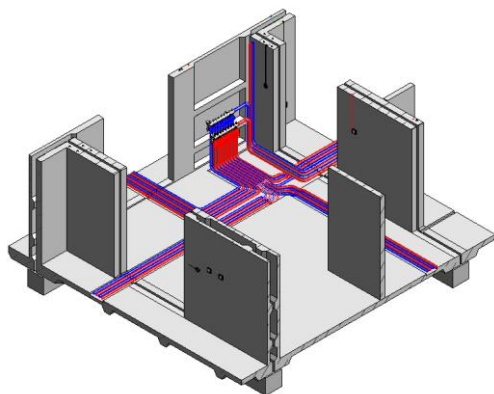


Рис. 4. Фрагмент объемного блока с инженерными сетями

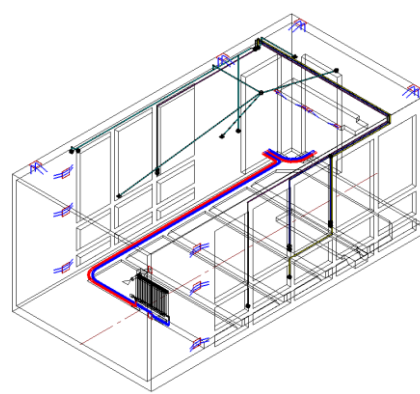


Рис. 5 Третья генерация Revit-семейства объемного модульного блока для многоэтажного здания

В последующих типах Revit-семейств к объемным блокам, из которых в дальнейшем планировалось компоновать многоэтажные здания, были добавлены кессоны в боковых стенках, предусмотрены дополнительные отверстия и закладные детали под вентиляционные блоки, специальные технологические ниши инженерных сетей и коммуникаций (рис. 5).

Исходя из того, что технология объемно-блочного домостроения (ОБД) подразумевает выпуск полностью готового модульного элемента, на третьем этапе процесс внедрение технологий ТИМСО углубился в архитектурную составляющую проекта. Вследствие чего дальнейшее насыщение BIM модели велось в данном направлении. Основное архитектурное наполнение объемных блоков представлено ниже на рис. 6, а также в таблицах 2 и 3.

Дальнейшую деятельность в наполнении BIM модели дополнительной информацией вести довольно затруднительно в виду текущих технических ограничений вычислительной техники. Поэтому дальнейший вектор моего исследования направлен анализ технико-экономических показателей зданий из объемных модульных блоков. При помощи ПО Autodesk Navisworks планируется переход к 4D-BIM модели, позволяющей назначать и отслеживать сроки реализации объемно-блочной строительной продукции, а также выполнять отслеживание контроля качества выполняемых работ.

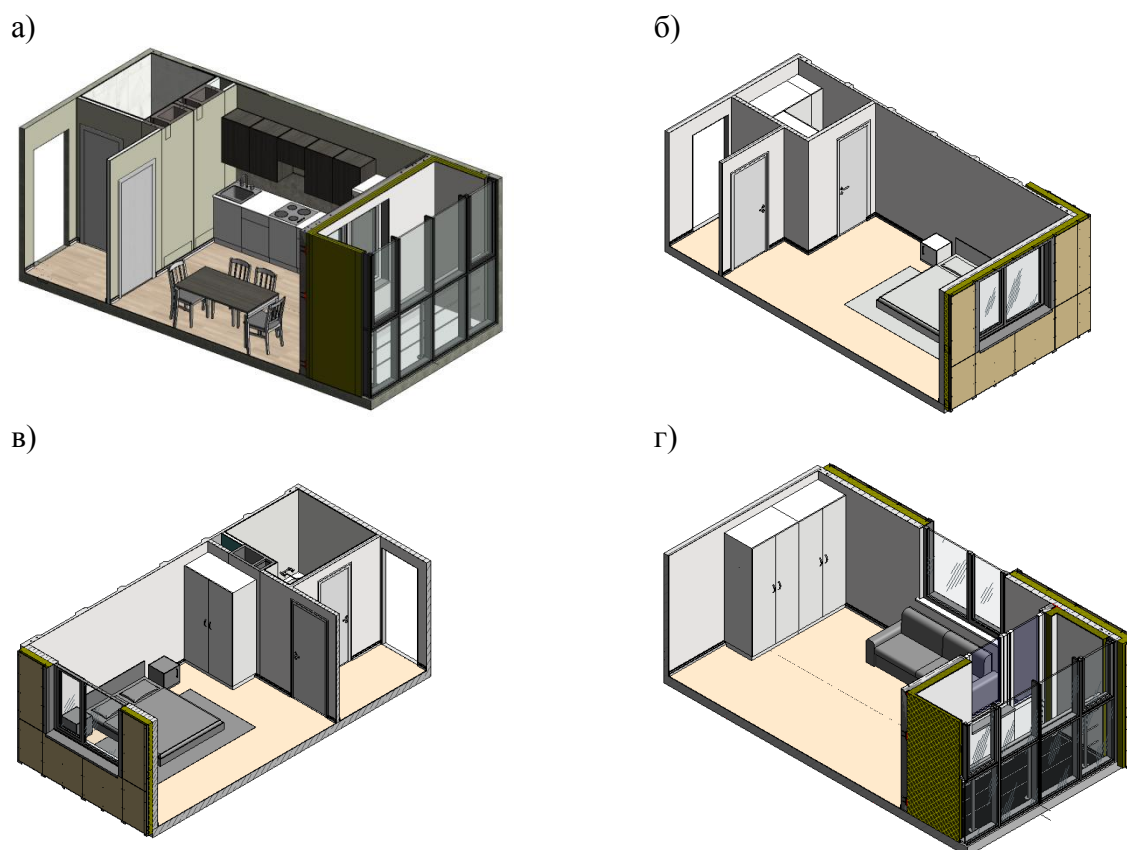
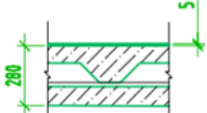
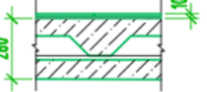


Рис. 6 Цветовая изометрия отделки объемного блока
а) оснащаемого кухонной зоной; б) рядового с жилой зоной; в) жилого с
вентиляционными блоками; г) крайнего ряда с жилой зоной.

Таблица 2. Типы отделки нижней плиты объемных модульных блоков

№ типа	Схема устройства	Состав
1		- покрытие из линолеума на тепловзвukoизоляционной основе кл. 22 на клеевом составе; - конструкция объемного блока;
2		- напольная керамическая плитка, $t=6$ мм; - гидроизоляция обмазочная в 2 слоя; - конструкция объемного блока;

Помимо этого, следует обратить внимание на следующие пункты:

- интеграция BIM модели с другими системами управления проектами, такими как система планирования ресурсов предприятия (ERP) и система управления строительными материалами. Это позволит более эффективно управлять бюджетом и ресурсами проекта, а также улучшить координацию работы между различными отделами.
- расширение функционала BIM модели с помощью программного обеспечения для анализа данных, таких как программы для симуляции и оптимизации процессов строительства и эксплуатации зданий. Это может помочь выявить проблемы в работе системы здания на ранних стадиях проектирования и улучшить ее производительность и экономическую эффективность.
- использование машинного обучения и искусственного интеллекта для улучшения аналитики данных и прогнозирования процессов строительства и

эксплуатации зданий. Это может помочь вам принимать более обоснованные решения, уменьшить количество ошибок и сократить затраты на проект.

В целом, развитие BIM технологий и применение инновационных подходов к управлению проектами и процессами строительства и эксплуатации зданий могут принести значительную экономическую выгоду и улучшить качество жизни пользователей зданий.

Таблица 3. Типы отделки наружных и внутренних стен объемных модульных блоков

№ типа	Схема устройства	Состав
Наружные стены		
1		- наружный слой – алюминиевые композитные панели - внутренний слой – плиты минераловатные 1 слой: $t=50$ мм, $\rho=50$ кг/м³; 2 слой: $t=70$ мм, $\rho=90$ кг/м³; - сборная керамзитобетонная панель.
2		- сборная керамзитобетонная панель; - гидроизоляция; - минераловатный утеплитель; - сборная керамзитобетонная панель.
3		- керамзитобетонная панель объемного блока; - внутренний слой – плиты из минеральной ваты $t=120$ мм, $\rho=65$ кг/м³; - керамзитобетонная панель объемного блока
Внутренние стены		
1		- металлопластиковое остекление;
2		- витраж алюминиевый;
3		- керамзитобетонная панель;
4		- сборная керамзитобетонная панель; - ГКЛВ по мет. нап. $t=12.5/25$ мм без и с воздушной прослойкой;
5		- сборная керамзитобетонная стена; - ГКЛВ по мет. нап. $t=12.5$ с заполнением минеральной ватой, $t=100$ мм, $\rho=40$ кг/м³;
6		- сборная керамзитобетонная панель; - минераловатные плиты $t=80$ мм, $\rho=68$ кг/м³; - ВГКЛ по мет. нап. $t=12.5$ мм.

Список использованных источников

1. EN 1992-1-1: 2004; Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings.

2. Institution of Structural Engineers. Manual for the design of building structures to Eurocode 1 and basis of structural design. London: IStructE, 2010.

3. Пособие по расчету и проектированию теплозвукоизоляции ограждающих конструкций объемно-блочных зданий [Электронный ресурс] // ИС «МЕГАНОРМ».

URL: <https://meganorm.ru/Data1/43/43556/index.htm>.